

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-163564

(43)Date of publication of application : 16.06.2000

(51)Int.Cl. G06T 1/00
A61B 3/113
A61B 5/11
G06T 7/20
G06T 7/00

(21)Application number : 10-341537

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 01.12.1998

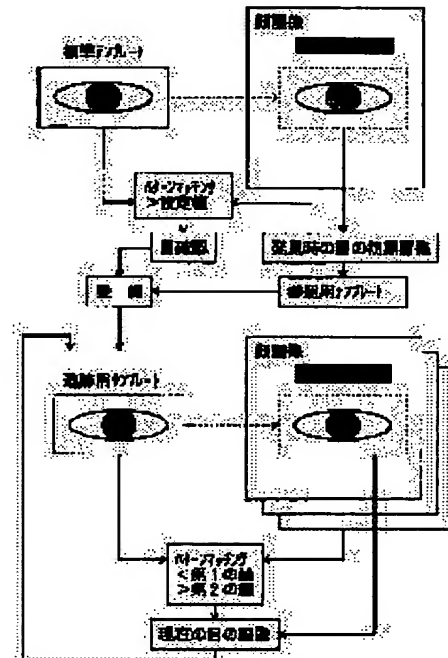
(72)Inventor : SHIMIZU KATSUTOSHI

(54) EYE TRACKING DEVICE AND WINK DETECTOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To easily and quickly detect and track the eyes by registering an image existing at a position where the largest matching rate exceeds the prescribed value as a reference template and using this template as a tracking template to track the eyes of an animation via the pattern matching.

SOLUTION: The eyes are detected by a standard template when the tracking of eyes is started, and a reference template is generated from a face image and registered. The reference template is used as a tracking template to track the eyes. If the largest matching rate is lowered in a range that never exceeds the fixed value in a tracking state, the tracking template is updated based on the actual eye images. When the eyes are missed, the places near a position where the reference template is acquired are searched. Under such conditions, the allowable threshold is set at a rather low level. When the reference template is registered, the correctness of detection of eyes is confirmed based on the comparison of pixels of plural lines and also on the presence or absence of winks. The winks are detected in a normal tracking state.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2000-163564
(P2000-163564A)

(43)公開日 平成12年 6月16日 (2000.6.16)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード*(参考)
G 0 6 T 1/00		G 0 6 F 15/62	3 8 0 4 C 0 3 8
A 6 1 B 3/113		A 6 1 B 3/10	B 5 B 0 5 7
	5/11	5/10	3 1 0 Z 5 L 0 9 6
G 0 6 T 7/20		G 0 6 F 15/70	4 1 0
7/00			4 5 5 A

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平10-341537

(22)出願日 平成10年12月 1 日 (1998. 12. 1)

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号

(72)発明者 清水 勝敏

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(74)代理人 100072590

弁理士 井桁 貞一

Fターム(参考) 4C038 VB04 VC05

5B057 AA20 BA02 CA12 CA16 DA08

DB02 DC09 DC34

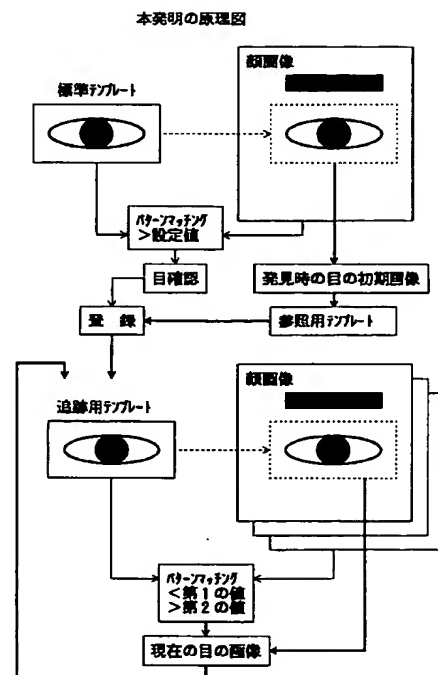
5L096 BA02 BA18 HA05 JA09

(54)【発明の名称】 目の追跡装置および瞬き検出装置

(57)【要約】

【課題】 目の追跡装置に関し、動画中の目の追跡を迅速に、且つ容易に行えることを目的とする。

【解決手段】 動画から目を検出し追跡する目の追跡装置であって、画像中、標準テンプレートを移動しつつパターンマッチングにより目を探査し、最大マッチング率が予め設定した値を超えた位置の画像を参照用テンプレートとして登録する登録手段と、該参照用テンプレートを追跡用テンプレートとしてパターンマッチングにより目を追跡する追跡手段とを有するように構成する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 動画から目を検出し追跡する目の追跡装置であって、

画像中、標準テンプレートを移動しつつパターンマッチングにより目を探索し、最大マッチング率が予め設定した値を超えた位置の画像を参照用テンプレートとして登録する登録手段と、

該参照用テンプレートを追跡用テンプレートとしてパターンマッチングにより目を追跡する追跡手段と、を有することを特徴とする目の追跡装置。

【請求項 2】 最大マッチング率が予め設定した第 1 の値以上の場合に目と認識して追跡しているとき、最大マッチング率が第 1 の値と第 2 の値との間に低下した場合は、該最大マッチング率に対応する画像を該動画から取り出し追跡用テンプレートとして追跡する追跡手段であることを特徴とする請求項 1 記載の目の追跡装置。

【請求項 3】 検出した目の候補を含む所定領域の画像から目および眉や眼鏡フレーム等を認識し、該画像との比較により検出した目の正当性を判断し、検出した目の候補が目以外のものと判断した場合は、該画像中の眉と目との間隔に応じた位置補正を行い登録する登録手段であることを特徴とする請求項 1 記載の目の追跡装置。

【請求項 4】 検出した目を追跡して目の瞬きの有無を検証し、瞬きを検出された場合に前記目の検出を正当として登録する登録手段であることを特徴とする請求項 1 または請求項 3 記載の目の追跡装置。

【請求項 5】 追跡中に目を見失った場合は、参照用テンプレートを獲得した位置に該参照用テンプレートを設定し、該位置を中心に探索して目を再発見する追跡手段であることを特徴とする請求項 1 記載の目の追跡装置。

【請求項 6】 動画中の目を追跡して瞬きを検出する瞬き検出装置であって、

追跡して得られた目の位置を含む所定領域の画像を抽出して目と眉とを認識し、眉から目の上端までの距離と目の上端から下端までの距離との差の変化を所定時間監視して瞬きを検出するように構成したことを特徴とする瞬き検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、目の追跡装置および瞬き検出装置の改良に関する。

【0002】近年、車両運転者の目を監視し、瞬き等の有無検出により、居眠りなど、運転者の状態を検出してアラームを発生する居眠り警報装置が開発されつつあるが、確実に、且つ速やかに目を検出、追跡し、正確に瞬きを検出することが必要とされる。

【0003】

【従来の技術および発明が解決しようとする課題】目をリアルタイムに追跡する方法として、標準テンプレート

との間のパターンマッチングにより目を発見する方法が提案されているが、複数の標準テンプレートのうちから最適なテンプレートをパターンマッチングにより選択しなければならず、しかも選択された標準テンプレートを用いてもマッチング率は必ずしも良くないので、追跡には広範囲にわたり探索する必要があるため追跡に時間がかかるといった課題がある。また瞬きをした場合はマッチング率が低下していて、この間は目の追跡が容易ではないといった課題がある。

10 【0004】また、瞬きを検出する場合、従来では目の上端から下端までの距離の変化から検出していたが、目が細い人とか睫毛が長い人では画像中の黒部分の長さが殆ど変化しないので瞬き検出に困難を来していた。

【0005】本発明は、上記課題に鑑み、簡易に且つ迅速に目を検出し、且つ追跡できる目の追跡装置、および精度の高い瞬き検出装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するため、本発明の目の追跡装置および瞬き検出装置は以下のように構成される。

20 (第 1 の発明) 第 1 の発明は、図 1 本発明の原理図に示すように、動画から目を検出し追跡する目の追跡装置であって、動画中、標準テンプレートを移動しつつパターンマッチングにより目を探索し、最大マッチング率が予め設定した値を超えた位置の画像を参照用テンプレートとして登録する登録手段と、該参照用テンプレートを追跡用テンプレートとしてパターンマッチングにより目を追跡する追跡手段とを有する。

30 【0007】以上のごとく、パターンマッチングで目を検出した後は、その検出した実際の目の画像を参照用テンプレートとして追跡するので、最大マッチング率が高まって検出精度が向上し、従って検出した目の位置を中心とした狭い範囲での追跡が可能となるため、追跡速度が速まる。

(第 2 の発明) 第 2 の発明は、前記第 1 の発明において、最大マッチング率が予め設定した第 1 の値以上の場合に目と認識して追跡しているとき、最大マッチング率が第 1 の値と第 2 の値との間に低下した場合は、該最大マッチング率に対応する画像を該動画から取り出し追跡用テンプレートとして追跡する追跡手段であるように構成する。

40 【0008】以上により、わずかに姿勢が変わったときとか、瞬きした場合等においても、その時点における実際の画像を用いて追跡用テンプレートを更新するので、追跡精度が高まり、瞬きしている間も追跡が容易となる。

(第 3 の発明) 第 3 の発明は、前記第 1 の発明において、検出した目の候補を含む所定領域の画像から目および眉、眼鏡フレーム等を認識し、該画像との比較により検出した目の正当性を判断し、検出した目の候補が目以

外のものとは判断した場合は、該画像中の眉と目との間隔に応じた位置補正を行い登録する登録手段であるように構成する。

【0009】以上により、パターンマッチングにより眉を目と誤認する不都合を避けることができ、追跡用テンプレートとして実際の画像を採用することを可能とする。

(第4の発明) 第4の発明は、前記第1の発明および第3の発明において、検出した目を追跡して目の瞬きの有無を検証し、瞬きが検出された場合に前記目の検出を正10 当として登録する登録手段であるように構成する。

【0010】最初に目を検出する場合、目の瞬きの有無を検証し、瞬きがあると判別された場合に、最大パターンマッチング率で検出した目を正当な目と判定する。このため、実際の画像の目をテンプレートとして登録する場合に、正確を期することができる。

(第5の発明) 第5の発明は、第1の発明において、追跡中に目を見失った場合は、参照用テンプレートを獲得した位置に参照用テンプレートを設定し、該位置を中心15 に探索して目を再発見する追跡手段であるように構成する。

【0011】以上の結果、姿勢が大幅に変わった等により目を見失った場合、最初に目を検出したときに登録した参照用テンプレートをを用い、最初に検出した位置近傍を探索することにより、姿勢が元に戻った場合に迅速に目を検出することができる。このため、速やかに追跡を再開することができる。

(第6の発明) 第6の発明は、動画中の目を追跡して瞬きを検出する瞬き検出装置であって、追跡して得られた目の位置を含む所定領域の画像を該動画から抽出して目20 と眉とを認識し、眉から目の上端までの距離と目の上端から下端までの距離の差の変化を所定時間監視して瞬きを検出するように構成する。

【0012】以上のごとく、眉から目の上端までの距離と目の上端から下端までの距離との差の変化から瞬きを検出するので、目が細い人でも瞬き検出が容易となる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態例を図を用いて詳細に説明する。なお、全図を通じて同一符号は同一対象物を表す。

【0014】図2は一実施例の構成図、図3は目の位置補正方法を表す図、図4は瞬き検出方法を表す図、図5はテンプレート登録処理フローチャート図、図6は追跡処理フローチャート図、図7は瞬き検出動作フローチャート図である。

【0015】本実施例は、顔を撮像しつつ居眠りを検出する装置などに使用される目の追跡機能および瞬き検出機能を、本発明の次に示す方法によって実現する例を示したものである。即ち、(1) 追跡開始時に標準テンプレートで目を検出した後は、動画（以下顔画像）からテン50

プレート（参照用テンプレート）を生成して登録する、(2) その参照用テンプレートを追跡用テンプレートとして追跡する、(3) 追跡中に最大マッチング率がある一定値を超えない範囲で低下した場合は、実際の目の画像によって追跡用テンプレートを更新する、(4) 目を見失った場合は、最初に獲得した参照用テンプレートを用いてその参照用テンプレートを獲得した位置近傍を探索する、この場合は許容するしきい値をやや低めに設定する。さらに、(5) 参照用テンプレート登録時、目を見失った時などにおいて、複数ラインの画素比較、および瞬きの有無により目の検出の正当性の確認を行う、(6) 正常に追跡している間に瞬き検出を行う、というように構成している。

【0016】図2は、リアルタイム（ビデオレート）に目を追跡し、且つ瞬きを検出する装置の構成例を示したものである。1は撮像部で、人の顔を撮像し、ビデオフレームごとに顔画像をメモリ2に格納する。2はメモリで、撮像部1で得られた顔画像が格納され、且つビデオレートで更新される。3は中央処理ユニットで、登録部6、追跡部7、瞬き検出部8の各プログラムを実行する。

【0017】4は標準テンプレートで、複数の人の目を平均した目の画像から構成され、メモリに格納されたものである。5は参照用テンプレートで、標準テンプレートで初期時に目を発見した場合に、その目の画像によって生成され、位置情報とともに登録されたものである。

【0018】6は登録部で、メモリ2に格納される顔画像中、標準テンプレートを移動させつつパターンマッチングにより目を探索し、目を発見した場合は、複数ラインの画素比較、瞬き検出によって目の検出を確認した後、その目の画像を参照用テンプレートとして登録する。

【0019】7は追跡部で、参照用テンプレートをを用いて顔画像中を比較的狭い範囲で追跡する。瞬きなどで、最大マッチング率が低下した場合は、現在のその画像を追跡用テンプレートとして追跡し、目を見失った場合は、参照用テンプレートを使用して速やかに再発見を行う処理をする。

【0020】8は瞬き検出部で、後述するように、追跡処理中に瞬き検出を行う。

【0021】以上の構成により、人の顔が撮像部1により撮像され、メモリ2に格納されビデオレートで更新される動画画像から以下に示す目の登録、追跡、および瞬き検出が行われる。

〔参照用テンプレート登録処理〕図5参照

参照用テンプレートは、追跡対象の個人の初期顔画像から生成したテンプレートで、初期追跡時、または目を見失ったときに使用される。

【0022】（参照用テンプレートの獲得）参照用テンプレートは一般には両目について生成されるが、ここで

は左目についてのみ説明する。

(1) 登録部 6 は標準テンプレート 4 を読み込む。

(2) 左目を顔画像中広範囲に探索する。ここで広範囲とは、フレーム全体、もしくはフレームの向かって右側半分（顔画像がフレーム全体に撮像されているとして左目のある側）である。探索は狭い範囲単位（例えば上下左右 8 ビット幅）にテンプレートを移動させ、且つその狭い範囲内を 1 ビットずつ移動させながらパターンマッチングを行い、位置とマッチング率とを保存する。広範囲の探索でマッチング率が求められたとき、最大のものを 10 選択する。

【0023】この最大マッチング率が予め定めたしきい値 a を超えている場合は、その位置に左目があると判断し、その目の画像を暫定的な参照用テンプレートとする。

【0024】（目の確認のための追跡動作）

(3) 続いて、この参照用テンプレートが顔画像中の実際の目と一致するかを検証するため、参照用テンプレートを用いて目を追跡する。この際、その参照用テンプレートを獲得した位置を中心とした狭い範囲内（例えば 20 上下左右 8 ビット幅）でパターンマッチングにより追跡する。

(4) 追跡方法は、その狭い範囲内で最大マッチング率がしきい値 b を超えている場合に目と認識することにより行う。超えている場合は、そのまま狭い範囲内での追跡を繰り返し行い、その間に、後述する目の確認処理を行う。

(5) しきい値 c 以下のときは、その狭い範囲には目は存在しないとして広い範囲にわたって探索する。この場合、図 5 では、標準テンプレートを用いて再探索するようにしているが、後述するように、目を見失ったとして、参照用テンプレートを用い、しきい値 c より少し高いしきい値（例えばしきい値 $c \times 1.5$ ）の下で、通常の追跡範囲よりは少し広い範囲を探索して、再発見するようにしてもよい。

(6) 最大マッチング率がしきい値 b 以下で、且つしきい値 c 以上の場合は、その位置の画像を追跡用テンプレートとして更新し、同じ狭い範囲内を追跡する。

【0025】（目の確認）一眉（眼鏡フレームも含む）との比較

(7) 前記追跡中において、最大マッチング率の位置の画像で、目の位置を含む複数の縦ライン画素を抽出し、対応する横画素同士を比較し、2つの黒画像の有無、黒画像の幅、2つの黒画像の幅比較を行い、検出した目の候補が目以外のもの（眉等）か否かを検証する。

【0026】図 3 は、この検証方法を説明したもので、図 3 (1) に示すように、目の黒部分の横の幅 L_1 は眉の横の幅 L_0 より狭いから、検出した目の位置より上方に幅の広い黒画像があれば、これを眉として認識する。この場合は検出した目は正常と判定する。

(8) 一方、図 3 (2) に示すように、下方に幅の狭い黒画像があれば、眉と見誤ったものとして、眉と目との X, Y 方向の画素数差から位置を補正し、この位置近傍に追跡範囲を移して追跡する。この場合、次のサイクルでステップ (7) に戻り、再確認を行ってもよく、また、その位置で最大マッチング率が得られたならば目と認識してもよい。

【0027】（目の確認）一瞬き検出

(9) 瞬き検出処理を行う。図 4 は瞬き検出方法を示したもので、眉の下端と目の上側の間の画素数と目の両端の間の画素数との差を所定時間計算する。瞬きする場合は、その差は段々大きくなり、その後元に戻る。この変化が所定回数繰り返されたとき、瞬きと判定する。

(10) 所定時間経過後も所定回数の瞬きが無いときは、目ではないと判定し、目の再探索を行う。この場合も、ステップ (1) に戻る。

（登録処理）

(11) 以上のごとく、目であることを確認した後に、先に暫定的な参照用テンプレートとして追跡したテンプレートを正式に参照用テンプレート 5 としてメモリに格納し登録する。

〔追跡処理〕追跡処理は、前述した登録処理で暫定的な参照用テンプレートで追跡した処理と基本的に同じである。但し、目を見失った場合に、参照用テンプレート 5 を使用してやや広範囲にわたって探索し、再発見を速めている手法が追加されている。前述したように、登録処理での追跡にもこの再発見の手法が使用できる。

【0028】図 6 によれば、

(1) 追跡用テンプレート（最初は参照用テンプレート 5）を取得し、左目を狭い範囲で探索する。

(2) 最大マッチング率が予め設定したしきい値 b より大きい場合、そのまま繰り返しその狭い範囲内を追跡する。

(3) この間、その最大マッチング率の位置で、前述した縦ラインによる画素比較および瞬き検出を行う。

(4) 最大マッチング率がしきい値 b からしきい値 c の間に低下したとき、

(5) その画像を追跡用テンプレート 9 として更新し追跡する。

(6) 最大マッチング率がしきい値 c 以下になったとき、探索位置を参照用テンプレート 5 の取得位置に設定、参照用テンプレートを追跡用テンプレートに設定して、やや広い範囲（上下左右 8 ビットの狭い範囲の区画をさらに複数区画）で左目を探索する。

(7) 最大マッチング率が、しきい値 d （例えばしきい値 $c \times 1.5$ ）以上か否かを検証し、しきい値 $c \times 1.5$ 以上の場合は、目と認識して、前述した縦ラインによる画素比較により、目を確認する。確認できた場合は、その位置の画像を追跡用テンプレート 9 として更新し、追

跡を継続する。

【0029】そして、目と見誤っていたと判断した場合は、位置補正を行い、追跡用テンプレート9を更新して追跡を継続する。

【0030】なお、瞬き検出は、図6のステップ(3)で行うようにしているが、このステップの後に瞬き検出を行って目の確認を行ってもよい。

【0031】〔瞬き検出動作〕前述の登録処理で瞬き検出方法を示したが、さらに詳細に説明する。

【0032】図4(1)は、通常の人目の画像を表したものの、図4(2)は細い目の人の画像を表したものである。この図によれば、通常の人目の場合は、瞬きをした場合(目を閉じたとき)に目の上下両端の画素数は、30画素数から19画素数に変化しているのに対して、目が細い人の場合は、瞬きで目を閉じた場合も、開いている場合も、どちらも15画素であり、瞬きは識別はできない。しかるに、(眉の下端から目の上端) — (目の上下端間)に着目すると、目が開いている場合は100画素数、目を閉じている場合は、110画素であり、瞬きが識別可能となっている。これは、瞬きしても目の上下幅は変化しないが、脛が下がって眉の下端と目の上端が広がることを示したものであり、この現象は一般的に

【0033】これらの画素数を演算するため、

(1) 目の確認における複数の縦ライン抽出と同様に、目と眉を含む領域の画像より、複数の縦ライン画像を抽出する。そして、前述した眉との間で目の確認処理をした後、

(2) $x =$ (眉の下端から目の上端)

$y =$ (目の上下端間)

$A = x - y$

を求め、時刻とともに記録する。

(3) 図4(3)は、前記差の変化を示したもので、ピークが得られたとき瞬きと判別する。なお、瞬き無しは、所定時間変化がないときで、目を誤認したか、または居眠りによりピーク値を保持している場合と判断する。

【0034】以上のごとく、(眉と目の上端との間の距

離) — (目の上下端間)を演算して時間監視することにより、目の細い人でも瞬きを容易に検出することができる。

【0035】以上のごとく、本発明は、目の追跡を可能な限り狭い範囲で行うようにし、また瞬き検出を目の細い場合でも可能としたので、迅速に且つ確実に目を追跡し、且つ瞬きを検出することが可能となった。

【0036】

【発明の効果】以上説明したように、本発明は、初期時に標準用テンプレートで目を検出した後は、その人の画像から個人用のテンプレートを生成して追跡するようにしたので、マッチング率が高まって狭い範囲の探索によりリアルタイム(ビデオレート)に追跡でき、また、目を見失った場合もそのテンプレートを用いるので再発見が短時間でできる効果がある。このため、容易に運転者の居眠り検出、首振り検出などが可能となる。また、瞬き検出においても、目の細い人の瞬き検出を容易としたので、目の形によっては瞬きが検出できないといった不都合がなくなるという効果を奏する。以上により、警告装置との組み合わせにより、運転者に注意を促す装置を製作することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の原理図

【図2】 一実施例の構成図

【図3】 目の位置補正方法を表す図

【図4】 瞬き検出方法を表す図

【図5】 テンプレート登録処理フローチャート図

【図6】 追跡処理フローチャート図

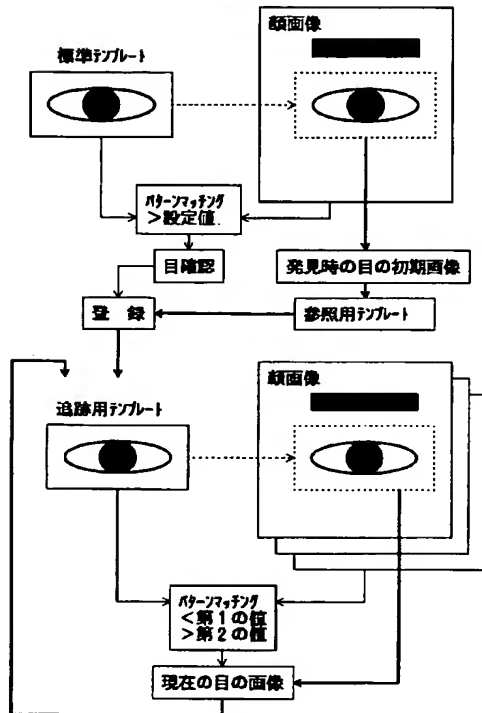
【図7】 瞬き検出動作フローチャート図

【符号の説明】

1 撮像部	2 メモリ
3 中央処理ユニットCPU	4 標準テンプレート
5 参照用テンプレート	6 登録部
7 追跡部	8 瞬き検出部
9 追跡用テンプレート	

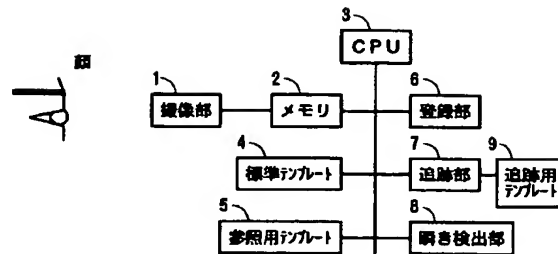
【図 1】

本発明の原理図



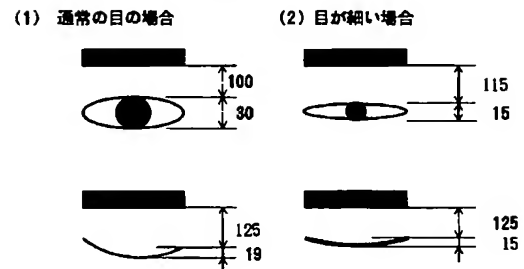
【図 2】

一実施例の構成図

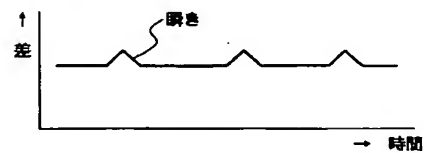


【図 4】

瞬き検出方法を表す図



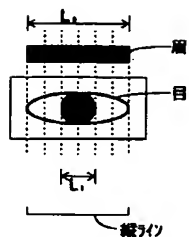
(3) 瞬き検出例



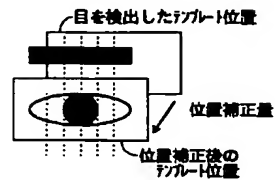
【図 3】

目の位置補正方法を表す図

(1) 正常な場合

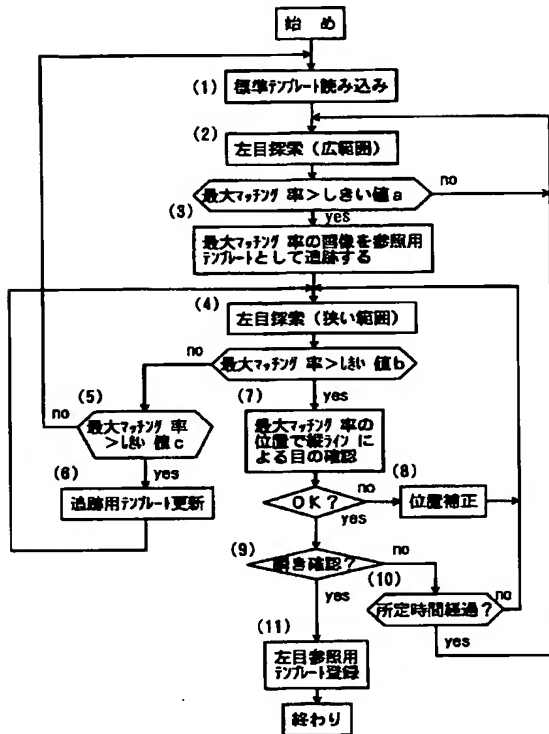


(2) 眉と見誤った場合の位置補正



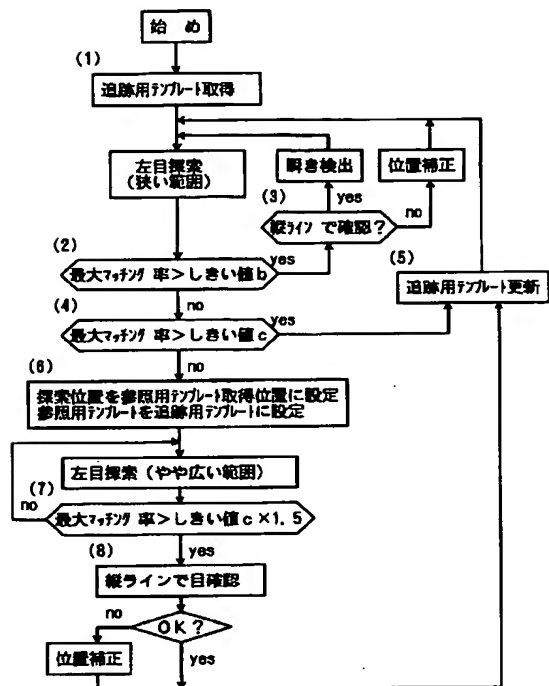
【図 5】

テンプレート登録処理フローチャート図



【図 6】

追跡処理フローチャート図



【図 7】

瞬き検出動作フローチャート図

